

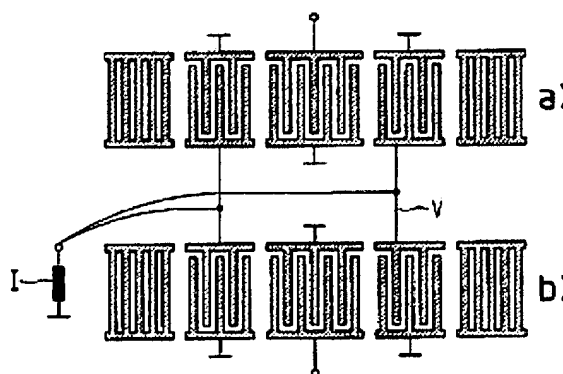
**Surface acoustic wave filter for mobile communications**

**Patent number:** DE19818826  
**Publication date:** 1999-11-04  
**Inventor:** MACHUI JUERGEN (DE); STRAUSS GEORG (DE);  
HAGN PETER (DE); DETLEFSEN ANDREAS (DE);  
BAIER THOMAS (DE)  
**Applicant:** SIEMENS MATSUSHITA COMPONENTS (DE)  
**Classification:**  
- international: H03H9/64; H03H9/25; H04Q7/32  
- european: H03H9/00U1; H03H9/64E3  
**Application number:** DE19981018826 19980427  
**Priority number(s):** DE19981018826 19980427

Report a data error here

**Abstract of DE19818826**

The surface acoustic wave filter has a lithium tantalate substrate provided with at least two electrically coupled acoustic paths, each with at least two transducers and two reflectors. At least one of the transducers for each acoustic path is used as a coupling transducer for coupling to the adjacent acoustic path. The coupling transducers of a pair of adjacent acoustic paths are electrically coupled via a connection line (V), with an inductance (I) connected in series or parallel with the coupling line.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT-UND  
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 198 18 826 A 1**

⑤① Int. Cl. 6:  
**H 03 H 9/64**  
H 03 H 9/25  
// H04Q 7/32

②① Aktenzeichen: 198 18 826.9  
②② Anmeldetag: 27. 4. 98  
②③ Offenlegungstag: 4. 11. 99

DE 198 18 826 A 1

⑦① Anmelder:  
Siemens Matsushita Components GmbH & Co. KG,  
81541 München, DE

⑦④ Vertreter:  
Epping, W., Dipl.-Ing. Dr.-Ing., Pat.-Anw., 82131  
Gauting

⑦② Erfinder:  
Machui, Jürgen, Dipl.-Phys. Dr., 80809 München,  
DE; Strauss, Georg, Dipl.-Phys. Dr.-Ing., 81667  
München, DE; Hagn, Peter, Dipl.-Ing. (Univ.), 85464  
Finsing, DE; Detlefsen, Andreas, Dipl.-Ing. (Univ.),  
82335 Berg, DE; Baier, Thomas, Dr.rer.nat., 81539  
München, DE

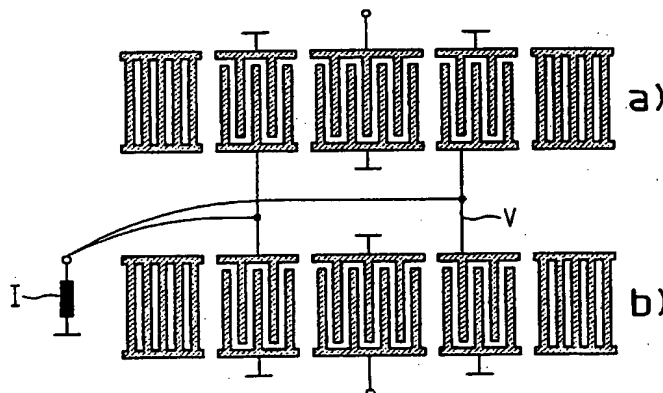
⑤⑤ Entgegenhaltungen:  
DE 197 14 085 A1  
EP 06 05 884 A1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤④ Oberflächenwellenfilter mit erhöhter Bandbreite

⑤⑦ Der Oberflächenwellenfilter vom Resonatortyp ist als zumindest zwei akustischen Spuren aufweisender kaskadierter DMS-Filter vom Resonatortyp aufgebaut, bei dem parallel oder seriell zu den die Spuren verbindenden Koppelwandlern eine Induktivität geschaltet ist. Auf einem Lithiumtantalatsubstrat wird so bei verbreitertem Durchlaßbereich eine über den gesamten Durchlaßbereich niedrige Einfügedämpfung erzielt.



DE 198 18 826 A 1

Mit der wachsenden Teilnehmerzahl bei zellularen Mobilfunksystemen ist es erforderlich, neue Frequenzbänder zur Verfügung zu stellen, um den zunehmenden Bedarf an Frequenzbändern zu befriedigen. So weist beispielsweise das in Europa gebräuchliche GSM-System eine Bandbreite von 25 MHz im 900 MHz-Bereich auf. Für das als Nachfolger geplante E-GSM-System ist eine erweiterte Bandbreite von 35 MHz im gleichen Frequenzbereich vorgesehen. Dabei werden auch die Abstände zwischen den vergebenen Bändern geringer. So verringert sich beispielsweise der Abstand zwischen Sende (Tx)-Band und Empfangs(Rx)-Band bei dem Schritt von GSM zu E-GSM von 20 MHz auf 10 MHz. Ähnlich breitbandige Systeme sind aber auch in Japan und weltweit im Bereich um 2GHz vorgesehen.

Um Endgeräte nach diesem neuen E-GSM Standard zu entwerfen kann in der Regel die Architektur des GSM-Geräts weitgehend weiterverwendet werden. Ausgetauscht müssen allerdings sämtliche HF-Filter werden um der neuen größeren Bandbreite mit dem engeren Bandabstand bei E-GSM gerecht zu werden.

Für die bisher verwendeten HF-Filter in Oberflächenwellentechnik (OFW-Technik) bedeutet dies, die Bandbreite signifikant zu erweitern und dabei gleichzeitig die Flankensteilheit zu erhalten oder zu vergrößern. Die Fernabselektion darf sich dabei nicht verschlechtern.

Mit herkömmlichen bekannten OFW-Filtern läßt sich dies nicht erreichen, ohne gleichzeitig andere gravierende Nachteile in Kauf nehmen zu müssen.

Reaktanzfilter auf einem temperaturstabilen Substrat aus Lithiumtantalat ermöglichen zwar die geforderte Bandbreite und bieten auch die gewünschten steilen Flanken. Probleme entstehen aber bei der notwendigen Fernabselektion und beim Übergang vom Single-Ended-Betrieb am Eingang zum Balanced-Betrieb am Ausgang des Filters (Balun). Auch ist es mit diesen Filtern nicht möglich, den für moderne Geräte dringend erforderlichen Impedanzsprung von 50 Ohm am Eingang auf 200 Ohm am Ausgang ohne zusätzliches externes Netzwerk einzustellen.

Bekannte Filter mit zwei kaskadierenden Spuren (Double Mode SAW = DMS) auf einem hochkoppelnden Lithiumniobatsubstrat mit  $64^\circ$  rot Y/X-Schnitt erreichen die gewünschte Bandbreite und die gewünschte Fernabselektion und ermöglichen sowohl Balun als auch Impedanztransformation. Allerdings wird mit diesen Filtern nicht die notwendige Flankensteilheit und die gewünschte geringe Einfügedämpfung erreicht, da das Substrat einen zu hohen Temperaturgang aufweist, bei dem sich die Frequenzablage des Filters in Abhängigkeit von der Temperatur zu stark verändert.

Zweispur-DMS-Filter auf  $\text{LiTaO}_3$   $42^\circ$  rot y/x bieten alle Eigenschaften außer der notwendigen Bandbreite. Wegen der geringeren elektro-akustischen Kopplung dieses Substrates weist ein solches DMS-Filter im Durchlaßbereich ein ausgeprägtes Minimum auf, das für das E-GSM-System nicht akzeptabel ist, weil zum einen im Bereich des Minimums eine zu hohe maximale Einfügedämpfung auftritt, unter der die Empfindlichkeit und die Rauschzahl des Empfängers leiden, und weil zum andern die Welligkeit im gesamten Durchlaßband zu hoch ist, was die Leistungssteuerung des Systems erschwert.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es daher, ein OFW-Filter anzugeben, mit dem die für E-GSM oder ähnlich breitbandige Systeme erforderliche Bandbreite erreicht wird, ohne die oben angeführten Nachteile der bekannten Filter in Kauf nehmen zu müssen.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch ein OFW-Filter nach Anspruch 1 gelöst.

Weitere Ausgestaltungen der Erfindung gehen aus den Unteransprüchen hervor.

Ein erfindungsgemäßes OFW-Filter hat bei ausreichender Bandbreite von zumindest 35 MHz eine ausgezeichnete niedrige Einfügedämpfung und zeigt im Durchlaßbereich weder ein ausgeprägtes Minimum, noch eine unzulässig hohe Welligkeit, wie sie bekannte Filter mit einer solchen Bandbreite bislang aufwiesen. Dieser verbesserte Durchlaßbereich wird erreicht, ohne daß gegenüber dem bekannten Stand der Technik eine Verschlechterung in den übrigen genannten Eigenschaften des Filters wie beispielsweise Flankensteilheit, Fernabselektion und Temperaturgang auftritt.

Ein erfindungsgemäßes OFW-Filter ist als DMS-Filter mit zumindest zwei kaskadierten akustischen Spuren auf hochkoppelndem Lithiumtantalat aufgebaut. Da DMS-Filter vom Resonatortyp sind, ist jede akustische Spur beidseitig von insgesamt zwei Reflektoren begrenzt, innerhalb derer sich eine resonante Schwingung aufbauen kann. In jeder Spur sind zumindest zwei Wandler vorgesehen. In der ersten Spur ist dies zumindest ein Eingangswandler und zumindest ein Koppelwandler. Über einen Verbindungsleiter ist der Koppelwandler einer ersten Spur mit dem Koppelwandler einer zweiten Spur elektrisch verbunden. Bei einem OFW-Filter mit zwei akustischen Spuren ist in der zweiten Spur neben dem Koppelwandler zumindest ein Ausgangswandler angeordnet, an dem das Ausgangssignal abgegriffen wird. Über den Verbindungsleiter ist seriell oder parallel zu den damit verbundenen Koppelwandlern eine Induktivität geschaltet.

In einer bevorzugten Ausführung weist das Lithiumtantalatsubstrat einen Kristallschnitt  $xx^\circ$  rot Y/X auf, für den vorzugsweise gilt  $30 \leq xx \leq 46$  oder  $210 \leq xx \leq 226$ . Ein Substrat mit einem solchen Kristallschnitt weist je nach Ausführung der Metallelektroden und einer eventuellen Passivierung besonders geringe Laufzeitverluste und eine besonders hohe Kopplung und einen guten Temperaturgang auf.

Ein erfindungsgemäßes OFW-Filter weist zumindest zwei akustische Spuren auf. Mehr als zwei Spuren sind zwar mögliche jedoch werden damit keine weiteren Vorteile erzielt.

In jeder Spur ist zumindest ein Ein-/Ausgangswandler und ein Koppelwandler vorgesehen. Bei mehr als zwei Wandlern pro akustischer Spur sind Ein-/Ausgangswandler und Koppelwandler typischerweise alternierend angeordnet. Bei ungerader Anzahl von Wandlern können mehr Koppelwandler oder mehr Ein- oder Ausgangswandler vorgesehen sein.

Mit dem zumindest einen Verbindungsleiter ist eine Induktivität elektrisch leitend parallel angebunden bzw. verschaltet. Alternativ ist die Induktivität seriell zwischen zwei Koppelwandlern in unterschiedlichen akustischen Spuren bzw. seriell zum Verbindungsleiter zwischen diesen Koppelwandlern geschaltet. Die Induktivität kann dabei auf der Oberfläche des Substrats angeordnet sein. Möglich ist es jedoch auch, die Induktivität extern anzuordnen, beispielsweise diskret auf einem Trägersubstrat oder in einem Gehäuse, in dem das OFW-Filter eingebaut ist. Die entsprechende Verbindung mit den Wandlerstrukturen auf dem Substrat kann dann beispielsweise über Bonddrähte vorgenommen werden. In der einfachsten Ausführung ist die Induktivität ein aufgedruckter Streifenleiter oder eine aufgedruckte Spule, die zusammen mit der übrigen Metallisierung hergestellt werden können. Bei einer extern angeordneten Induktivität kann diese nach einem entsprechenden analogen Verfahren hergestellt sein. Beispielsweise kann die Induktivität auf das Gehäuseinnere aufgedruckt sein. Möglich ist es jedoch auch, als Induktivität konkrete Bauelemente zu

verwenden.

In einer spezifischen Ausführung der Erfindung wird als Induktivität ein OFW-Bauelement eingesetzt, welches im fraglichen Frequenzbereich ein induktives Verhalten zeigt. Beispielsweise kann ein Eintonresonator zwischen zwei Spuren auf dem Substrat angeordnet und elektrisch in Serie mit zwei Koppelwandlern geschaltet werden. Diese Ausführung hat den Vorteil, daß bei einem ansonsten freien Filterdesign die Induktivität genau bei der Frequenz wirksam werden kann, bei der eine Anpassung des Durchgangsbereichs bei einem Filter nach dem Stand der Technik erforderlich ist.

Eine erfindungsgemäß wirksame Induktivität hat eine Größenordnung von ca. 10 nH. Allgemein ist dabei für eine erfindungsgemäß parallel verschaltete Induktivität ein größerer Wert erforderlich als für eine seriell verschaltete Induktivität.

Der erfindungsgemäße OFW-Filter ist so aufgebaut, daß der Ausgang wahlweise symmetrisch oder unsymmetrisch betrieben werden kann. Während bei unsymmetrischer Betriebsweise einer der beiden Ausgänge auf Masse liegt, kann bei symmetrischer Betriebsweise ein positives oder das entsprechende symmetrisch dazu negative Signal an wahlweise einem der Ausgänge abgegriffen werden. Für symmetrische Betriebsweise am Ausgangswandler sind solche Anordnungen bevorzugt, die zwei Ausgangswandler aufweisen, deren Ausgänge zueinander symmetrisch sind und im Betrieb des Bauelements daher unterschiedlich gepolt sind. Dies hat den Vorteil, daß die erforderlichen elektrischen Anschlüsse außerhalb des Wandlerbereiches vorgenommen werden können, so daß keine zusätzlichen Leiterbahnen zwischen den Spuren herausgeführt werden müssen.

Eine gute Impedanztransformation, beispielsweise ein Impedanzsprung von 50 Ohm am Eingangswandler hin zu 200 Ohm am Ausgangswandler wird erreicht, wenn der Ausgangswandler symmetrisch geteilt wird. Dies kann parallel zu den akustischen Spuren bzw. parallel zur Ausbreitungsrichtung der akustischen Oberflächenwelle erfolgen und wird als sogenannter H-Split realisiert. Dabei wird der Ausgangswandler durch eine zusätzliche parallele Stromschiene in der Mitte der akustischen Spur geteilt, so daß jeder Teilwandler des Ausgangswandlers die halbe akustische Spurbreite und damit die doppelte Impedanz aufweist. Die mittlere Stromschiene dient dabei als Verbindung für die beiden äußeren Stromschienen. Sie kann sich über die ganze Länge des Ausgangswandlers erstrecken, oder auch nur über einen Teil von dessen gesamter Länge.

Eine weitere Möglichkeit, einen Impedanzsprung im OFW-Filter zu realisieren, besteht in der Aufteilung einer Stromschiene des Ausgangswandlers in zwei elektrisch unterschiedliche Hälften, dem sogenannten V-Split. Die Elektrodenfinger an den Stromschienen sind dabei so angeordnet, daß an den beiden Hälften der geteilten Stromschiene zueinander symmetrische, das heißt unterschiedlich gepolte Signale abgegriffen werden können.

Eine bevorzugte Metallisierung zum Aufbau der Wandler und der Reflektoren besteht aus Aluminium Al, Aluminiumkupfer AlCu (Legierung) oder Aluminiummagnesium AlMg oder besitzt einen Sandwichaufbau mit mehreren unterschiedlichen Schichten, die jeweils aus einem der genannten Materialien bestehen. Eine bevorzugte Gesamtschichtdicke der Metallisierung liegt im Bereich von 1 bis 15 Prozent der Betriebswellenlänge des OFW-Filters. Diese Betriebswellenlänge wird von der Frequenz bestimmt, mit der das OFW-Filter betrieben wird und ist zusätzlich noch abhängig von der Ausbreitungsgeschwindigkeit der OFW im Substrat, also auch vom Substratmaterial und von dessen Schnitt.

In den Wandlern und Reflektoren wird ein Metallisierungsverhältnis  $\eta$  von deutlich mehr als 0,5 eingestellt. Vorzugsweise erfüllt das Metallisierungsverhältnis  $\eta$  die Bedingung  $0,65 \leq \eta \leq 0,8$ . Ein derartig hohes Metallisierungsverhältnis erhöht die Fertigungsstabilität des Produktes und verringert signifikant Verluste in der sich ausbreitenden akustischen Welle. Bei manchen Systemanwendungen mit moderat großer Bandbreite ist erfindungsgemäß der Einsatz eines hohen Metallisierungsverhältnisses  $\eta$  allein bereits ausreichend, um den notwendigen glatten und verlustarmen Durchlaßbereich zu erzielen.

Im folgenden wird die Erfindung anhand von Ausführungsbeispielen und der dazugehörigen dreizehn Figuren näher erläutert.

Die Fig. 1 bis 10 zeigen beispielhafte Ausgestaltungen von erfindungsgemäßen OFW-Filtern.

Fig. 11 zeigt das Durchlaßverhalten eines bekannten Filters und

Fig. 12 zeigt das Durchlaßverhalten eines erfindungsgemäßen OFW-Filters.

Fig. 13 zeigt eine Ausführungsform eines speziellen elektrischen Anschlusses.

Fig. 1 zeigt ein Zweispur DMS Filter nach dem Stand der Technik in schematischer Darstellung. Die Spur A auf der Eingangsseite umfaßt drei Wandler K1, E1 und K2, die zwischen zwei Reflektoren R1 und R2 angeordnet sind, die die akustische Spur beidseitig begrenzen. Die Spur B weist eine baugleiche Anordnung von drei Wandlern K1B, A2B und K2B auf. Die beiden Koppelwandler K1A und K1B bzw. K2A und K2B sind jeweils durch Verbindungsleiter V1 bzw. V2 miteinander verbunden.

Fig. 11 zeigt den Frequenzgang eines solchen bekannten Filters. Unter dem Durchlaßbereich ist ein Rahmen eingezeichnet, der die Systemanforderungen für E-GSM darstellt. Klar zu erkennen ist, daß die Durchlaßkurve im rechten kurzwelligeren Bereich eine Delle besitzt, in der sie die Systemanforderungen nicht erfüllt.

Fig. 2 zeigt ein erfindungsgemäßes OFW-Filter, welches ein Wandler- und Reflektorendesign wie der bekannte Filter aus Fig. 1 zeigt, bei dem jedoch erfindungsgemäß eine Induktivität I parallel zu den Koppelwandlern geschaltet ist. Die elektrische Verbindung erfolgt beispielsweise wie dargestellt über die Verbindungsleiter V, mit denen die Induktivität verbunden ist. Möglich ist es jedoch auch, die Induktivität masseseitig an den Koppelwandlern parallel anzuschließen.

Fig. 12 zeigt die Durchlaßkurve dieses erfindungsgemäßen Filters. Klar zu erkennen ist, daß die Welligkeit der Kurve im Durchlaßbereich deutlich reduziert ist und daß die Durchlaßkurve die auch hier in Form eines Rechtecks eingezeichneten Systemanforderungen für E-GSM Anforderungen über den gesamten Durchlaßbereich hin erfüllt. Auch die Flankensteilheit zur niederfrequenten Seite hin ist gut erfüllt, an der sich das nächste Band anschließt.

Fig. 3 zeigt eine Anordnung ähnlich wie Fig. 2, bei der im Unterschied dazu die beiden Verbindungsleiter V1 und V2 durch ein zusätzliches Leiterstück L miteinander verbunden sind. Dies erhöht die Symmetrie in der Anordnung und damit auch die Symmetrie in der Signalverarbeitung, insbesondere im Balun-Betrieb.

Fig. 4 zeigt eine erfindungsgemäße Ausführung mit zwei Spuren A, B, bei der je zwei Ein- bzw. Ausgangswandler vorgesehen sind. Je ein Koppelwandler K zwischen den beiden Ein- bzw. Ausgangswandlern und ein Verbindungsleiter V, der die beiden Koppelwandler in den unterschiedlichen Spuren A, B miteinander verbindet, vervollständigen die Anordnung. Die beiden Eingangswandler E1A und E2A sind parallel geschaltet und mit dem Eingang IN verbunden.

Auch die Ausgangswandler A1B und A2B sind parallel mit dem Ausgang OUT verbunden. Parallel zum Verbindungsleiter V ist eine Induktivität I geschaltet.

Fig. 5 zeigt ein Filter mit zwei Spuren mit jeweils zwei Wandlern, nämlich einem Koppelwandler K1 und einem Ein- bzw. Ausgangswandler E, A. Die Koppelwandler der beiden Spuren K1A, K1B sind über eine Induktivität I miteinander in Serie verschaltet. Diese Induktivität I ist in der schematischen Fig. 5 zwar zwischen den beiden Koppelwandlern angeordnet, wird im realen Design aber vorzugsweise außerhalb des durch die beiden Spuren definierten aktiven Bereichs auf dem Substrat oder gar außerhalb, beispielsweise im Gehäuse liegen. Die erfindungsgemäße serielle Verschaltung einer Induktivität I zwischen zwei Koppelwandlern ist auch nicht auf die dargestellte Verschaltung zwischen den beiden innenliegenden zueinander weisenden Stromschienen der Koppelwandler beschränkt. Möglich ist es auch, die in der Figur auf Masse liegenden Stromschienen über einen (nicht dargestellten) Verbindungsleiter zu verbinden und in diesen seriell eine Induktivität einzubauen. Die beiden verbleibenden innenliegenden und zueinander weisenden Stromschienen der beiden Koppelwandler K1A und K1B können dabei über einen weiteren Verbindungsleiter miteinander verbunden sein.

Fig. 6 zeigt ein Filter mit der gleichen Wandler/Reflektoranordnung wie Fig. 5, jedoch ist als Unterschied hier die Induktivität I parallel zu den Koppelwandlern K verschaltet.

Eine serielle Verschaltung der Koppelwandler K, wie es in Fig. 5 dargestellt ist, kann analog auch auf die bereits beschriebenen Ausführungsbeispiele gemäß der Fig. 2 bis 4 sowie auf die noch zu beschreibenden Ausführungsbeispiele gemäß der Fig. 9 und 10 übertragen werden.

Fig. 7 beschreibt eine Anordnung mit pro Spur zwei Ein- bzw. Ausgangswandlern und einem dazwischen angeordneten Koppelwandler K. Im Unterschied zur Fig. 4 sind die beiden Koppelwandler K1A und K1B durch symmetrische Aufteilung der innenliegenden Stromschienen in zwei elektrisch symmetrische Teilwandler gesplittet. Dies wird dadurch erreicht, daß auch die Elektrodenfingeranordnung der beiden Koppelwandler achsensymmetrisch ausgelegt ist. Die beiden Teile der innenliegenden Stromschienen beider gesplitteten Koppelwandler sind aufgrund der unterschiedlichen elektrischen Polung getrennt mit Verbindungsleitern V verbunden. Parallel zu dem hier mit V1 bezeichneten Verbindungsleiter ist eine Induktivität I geschaltet, während der andere Verbindungsleiter V2 wahlweise auf Masse gelegt sein kann. Die beiden Eingangswandler E1A und E2A sind parallel geschaltet, ebenso die beiden Ausgangswandler A1B und A2B.

Die Fig. 8 zeigt ein zweiseitiges Filter mit je zwei Wandlern pro Spur, das dem Prinzip der Anordnung gemäß Fig. 5 entspricht. Während in Fig. 5 jedoch eine allgemeine Induktivität seriell zwischen den beiden Koppelwandlern K1A und K1B verschaltet ist, so ist die Induktivität I in Fig. 8 als schematisch angedeuteter Eintorresonator ausgebildet, der im gewünschten Bereich der Betriebsfrequenz induktives Verhalten zeigt. Durch entsprechende Ausgestaltung dieses Eintorresonators kann die Durchlaßkurve gezielt in dem Bereich beeinflußt und modelliert werden, in dem eine Verbesserung der Einfügedämpfung bzw. eine Erniedrigung der Welligkeit erforderlich ist.

Fig. 9 zeigt eine Anordnung mit pro Spur je zwei Koppelwandlern und einem Ein- bzw. Ausgangswandler. Im Unterschied zur Fig. 2 ist hier jedoch der Ausgangswandler durch symmetrische Aufteilung einer Stromschiene des Ausgangswandlers A1B elektrisch symmetrisch gesplittet. Entsprechend sind auch die Elektrodenfinger des Ausgangswandlers achsensymmetrisch angeordnet. Die beiden Häl-

ften der gesplitteten Stromschiene sind jeweils mit einem Ausgang verbunden und stellen einen Balanced Out dar. Der Vorteil dieser Anordnung ist, daß sie vom Eingangswandler zum Ausgangswandler einen Impedanzsprung aufweist, beispielsweise von 50 auf 200 Ohm. Die zweite, nicht dem Ausgang verbundene Stromschiene des Ausgangswandlers kann wie in der Figur dargestellt auf Masse liegen, muß aber nicht mit einem externen Potential verbunden sein.

Auch die Fig. 10 zeigt ein Filter, das vom Eingang zum Ausgang einen Impedanzsprung zeigt. Bezüglich Anzahl und Verschaltung der Wandler entspricht auch dieses Filter dem in Fig. 2 dargestellten mit dem Unterschied, daß der Ausgangswandler A1B durch eine zusätzliche innenliegende Stromschiene in zwei gekoppelte Teilwandler mit jeweils halber Spurbreite aufgesplittet ist. Parallel zu den pro Spur zwei Koppelwandlern ist eine Induktivität I geschaltet.

Bei allen Ausführungsbeispielen, die in den Figuren nur mit einem Ausgang (Single Ended) dargestellt sind, bei denen also der zweite Ausgang auf Festpotential, also auf Masse liegt, ist auch ein Balanced Betrieb möglich. Zu diesem Zweck können die auf Masse liegenden Stromschienen des oder der Ausgangswandler mit einem zum anderen Ausgang symmetrischen zweiten Ausgang verbunden werden. Dies kann mit Hilfe zusätzlicher Leiterbahnen erfolgen, die aus dem durch die Spuren definierten aktiven Bereich des Filters herausführen. Möglich ist es jedoch auch, die Masse oder den zweiten Balanced Ausgang durchzuschleifen, das heißt, den entsprechenden Anschluß über einen verlängerten und nach außen gezogenen Elektrodenfinger vorzunehmen. Dies ist nicht nur bei Ausgangswandlern für einen zweiten symmetrischen Ausgang, sondern auch für sämtliche Masseanschlüsse der Ein- und Ausgangswandler möglich.

Fig. 13 zeigt eine Variation des in Fig. 3 dargestellten Filters, bei dem im Ausgangswandler A1B ein im Wandler außenliegender Elektrodenfinger so verlängert ist, daß der elektrische Anschluß der dazugehörigen Stromschiene über das Ende dieses Stromfingers außerhalb des durch die akustischen Spuren definierten aktiven Bereiches des Filters erfolgen kann.

In den Figuren werden durchgehend nur die Teile des Filters bzw. der Filter dargestellt, die für die Erfindung wesentlich sind. Selbstverständlich können diese Filter zusätzlich noch mit anderen Reaktanzelementen verschaltet sein, die mit dem Ein- und/oder dem Ausgang verbunden sein können. Als Reaktanzelemente können Eintorresonatoren vorgesehen sein, die seriell- oder parallel verschaltet sein können. Auch Laddertyp-Anordnungen sind möglich. Auch die genaue Ausgestaltung der einzelnen Koppel-, Ein- und Ausgangswandler, insbesondere Größe und Anordnung der Elektrodenfinger können beliebig sein, wie es von herkömmlichen Filtern bekannt ist. Mit diesen bekannten Designregeln ist es auch in einfacher Weise möglich, die gewünschte Breite des Durchlaßbereichs einzustellen. Mit der Erfindung ist es dann allerdings erstmals möglich, diesen verbreiterten Durchlaßbereich zu glätten und die erforderliche niedrige Einfügedämpfung über den gesamten Durchlaßbereich zu gewährleisten, wie es beispielsweise die Meßkurve von Fig. 12 überzeugend beweist.

Die bei der Erfindung erlaubte Variationsbreite betrifft auch alle anderen bislang nicht erwähnten Teile des Filters oder dessen Verpackung, ohne daß diese hier im einzelnen zu erläutern wären.

#### Patentansprüche

1. Oberflächenwellen-Filter (OFW-Filter) vom Resonantortyp für Hochfrequenzanwendungen
  - mit einem Substrat aus Lithiumtantalat

- mit zumindest zwei darauf angeordneten, elektrisch gekoppelten akustischen Spuren
  - mit je Spur zumindest zwei Wandlern und zwei die akustische Spur beidseitig begrenzenden Reflektoren
  - wobei pro akustischer Spur zumindest einer der Wandler einen Koppelwandler zu einer benachbarten Spur darstellt
  - wobei zumindest zwei Koppelwandler aus zwei benachbarten Spuren elektrisch über einen Verbindungsleiter miteinander verbunden sind und
  - wobei seriell oder parallel zu diesem Verbindungsleiter eine Induktivität geschaltet ist.
2. OFW-Filter nach Anspruch 1, bei dem das Substrat aus Lithiumtantalat  $xx^\circ$ rot Y/X besteht mit  $30 \leq xx \leq 46$  und  $210 \leq xx \leq 226$ .
3. OFW-Filter nach Anspruch 1 oder 2, bei dem jede Spur drei Wandler und zwei Reflektoren umfaßt.
4. OFW-Filter nach Anspruch 3, mit zwei akustischen Spuren, die jeweils über die beiden äußeren Wandler als Koppelwandler mit Hilfe von Verbindungsleitern gekoppelt sind, wobei die beiden Verbindungsleiter zwischen den zwei Spuren mit einem zusätzlichen Leiterstück elektrisch verbunden sind.
5. OFW-Filter nach Anspruch 1 oder 2, mit zumindest zwei akustischen Spuren und je Spur fünf Wandlern und zwei Reflektoren.
6. OFW-Filter nach einem der Ansprüche 1-5, mit zwei symmetrischen Ausgängen (balanced out), die an einem oder zwei Ausgangswandlern realisiert sind.
7. OFW-Filter nach Anspruch 6, mit einem Ausgangswandler, der eine erste und eine zweite Stromschiene aufweist, wobei die zweite Stromschiene achsensymmetrisch geteilt ist, wobei beide Hälften der zweiten Stromschiene mit Ausgängen verbunden sind und wobei an den beiden Ausgängen ein symmetrisches Ausgangssignal (balanced out) abgegriffen werden kann.
8. OFW-Filter nach Anspruch 6, mit einem Ausgangswandler, der durch eine mittlere zusätzliche Stromschiene zumindest teilweise in zwei parallel angeordnete über die zusätzliche Stromschiene miteinander gekoppelte Teilwandler mit der jeweils halben akustischen Spurbreite geteilt ist, wobei die Elektrodenfinger in den beiden Teilwandlern so angeordnet sind, daß an den beiden äußeren Stromschienen des Ausgangswandlers ein symmetrisches Ausgangssignal (balanced out) abgegriffen werden kann.
9. OFW-Filter nach einem der Ansprüche 1-8, bei dem ein Gehäuse zur Aufnahme des OFW-Filters vorgesehen ist, bei dem als Induktivität eine Spule, ein Streifenleiter oder dergleichen vorgesehen ist, die im Gehäuse integriert sind.
10. OFW-Filter nach einem der Ansprüche 1-8, bei dem als Induktivität ein induktives OFW Bauelement, insbesondere ein in Serie zwischen die Koppelwandler geschalteter Eintorresonator vorgesehen ist.
11. OFW-Filter nach einem der Ansprüche 1-10, bei dem dem OFW-Filter zusätzliche Reaktanzelemente vor- oder nachgeschaltet sind.
12. OFW-Filter nach einem der Ansprüche 1-11,
- bei dem die Metallisierung für zumindest die Wandler und die Reflektoren aus Al, AlCu - Legierung oder AlMg - Legierung besteht oder einen Sandwichaufbau aus mehreren unterschiedlichen Schichten der genannten Materialien aufweist,
  - bei dem die Schichtdicke der Metallisierung im Bereich von 1% bis 15% der Betriebswellenlänge

des OFW Filters liegt.

13. OFW-Filter nach einem der Ansprüche 1-12, mit einem Metallisierungsverhältnis  $\eta$  in den Wandlern und Reflektoren von mehr als 0,5 und insbesondere von  $0,65 \leq \eta \leq 0,8$ .

14. Oberflächenwellen-Filter (OFW-Filter) vom Resonantortyp für Hochfrequenzanwendungen

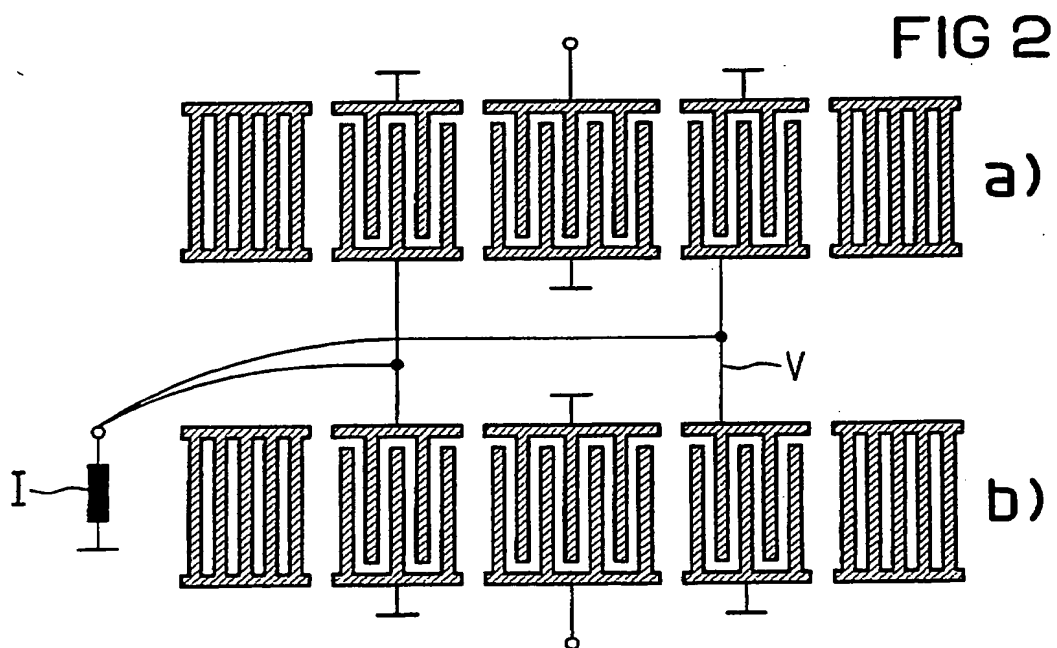
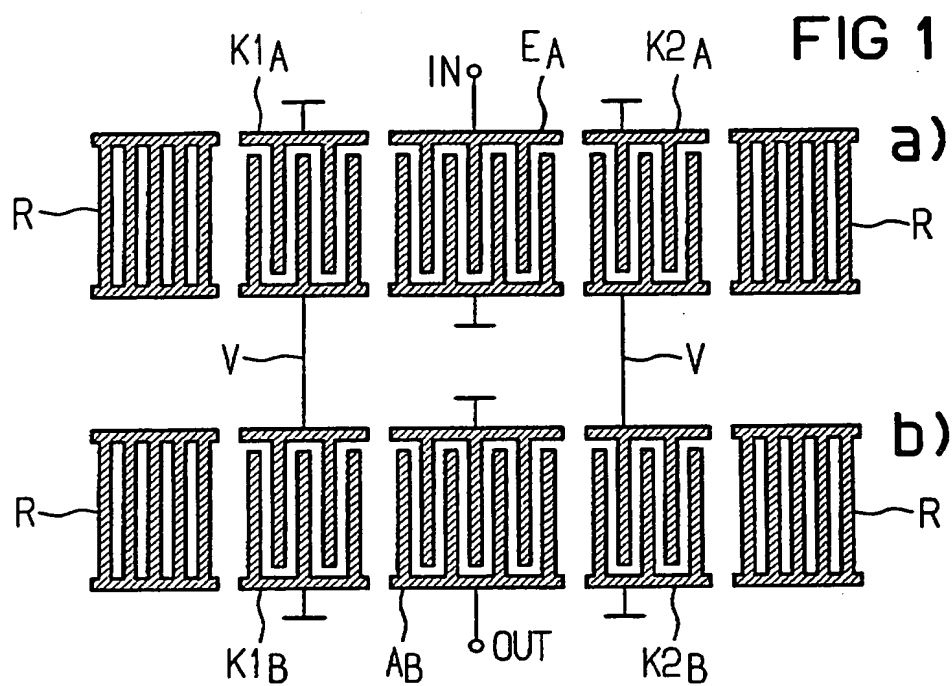
- mit einem Substrat aus Lithiumtantalat
- mit zumindest zwei darauf angeordneten, elektrisch gekoppelten akustischen Spuren
- mit je Spur zumindest zwei Wandlern und zwei die akustische Spur beidseitig begrenzenden Reflektoren
- wobei pro akustischer Spur zumindest einer der Wandler einen Koppelwandler zu einer benachbarten Spur darstellt
- wobei zumindest zwei Koppelwandler aus zwei benachbarten Spuren elektrisch über einen Verbindungsleiter miteinander verbunden sind
- mit einem Metallisierungsverhältnis  $\eta$  in den Wandlern und Reflektoren von mehr als 0,5 und insbesondere von  $0,65 \leq \eta \leq 0,8$ .

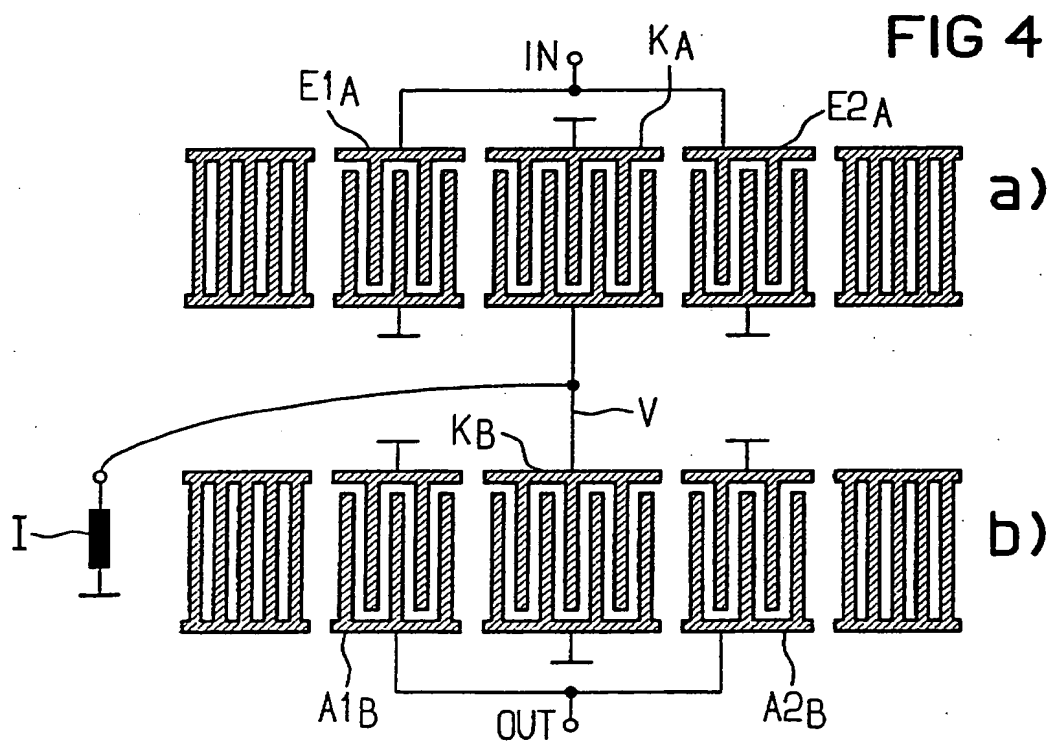
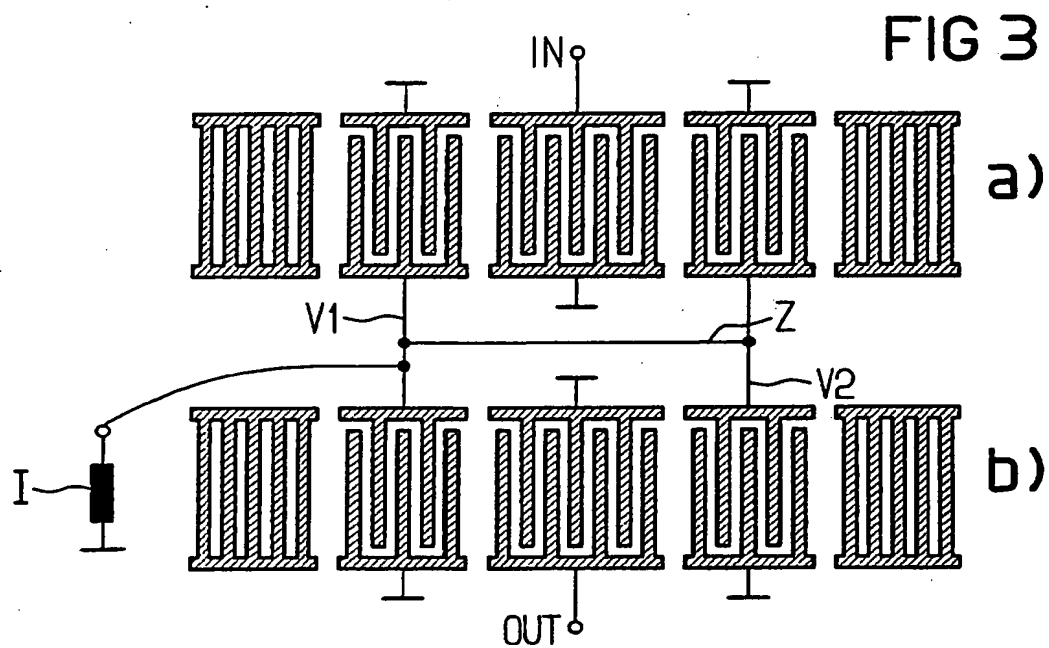
15. Verwendung des Filters nach einem der vorangehenden Ansprüche als HF-Filter in Mobiltelefonen, insbesondere nach dem E-GSM Standard.

---

Hierzu 7 Seite(n) Zeichnungen

---







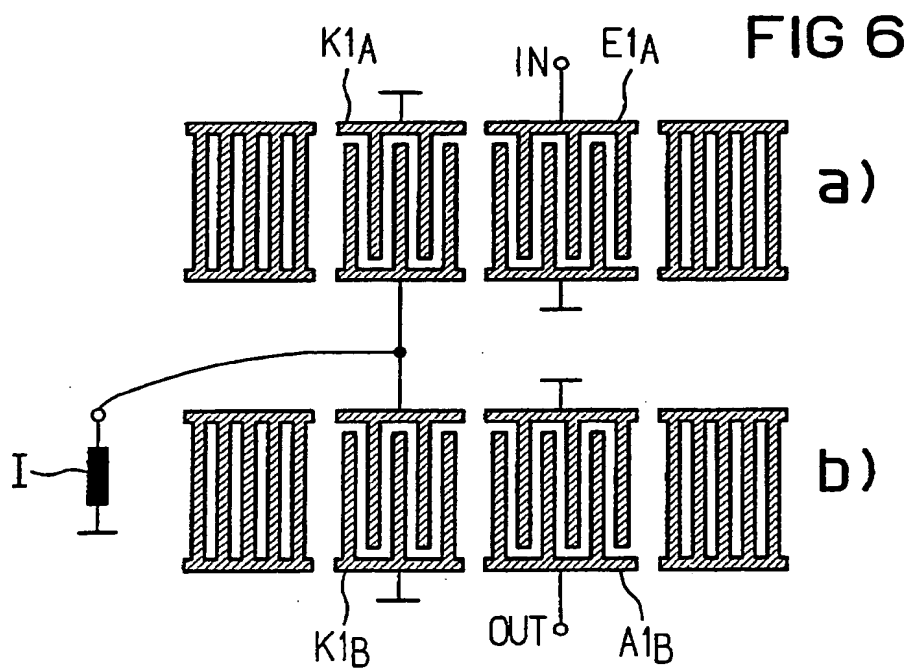
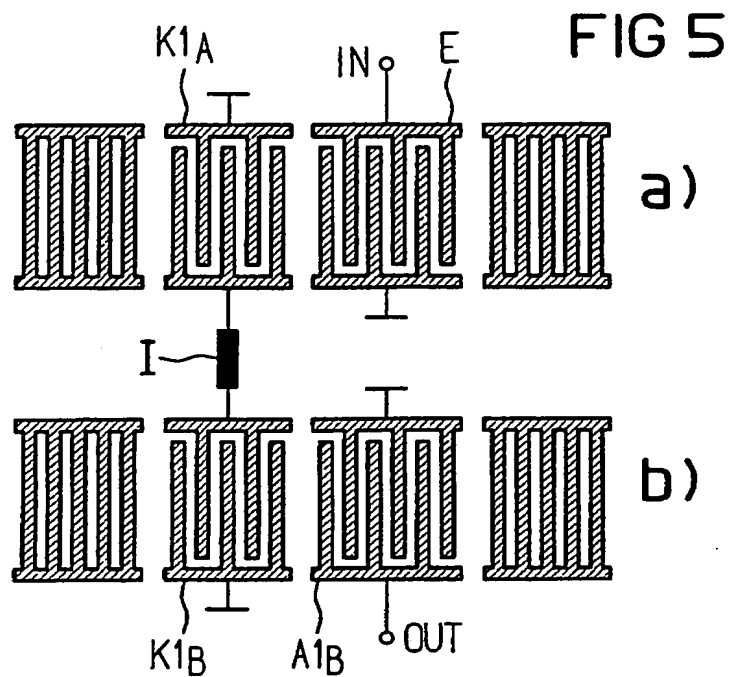


FIG 7

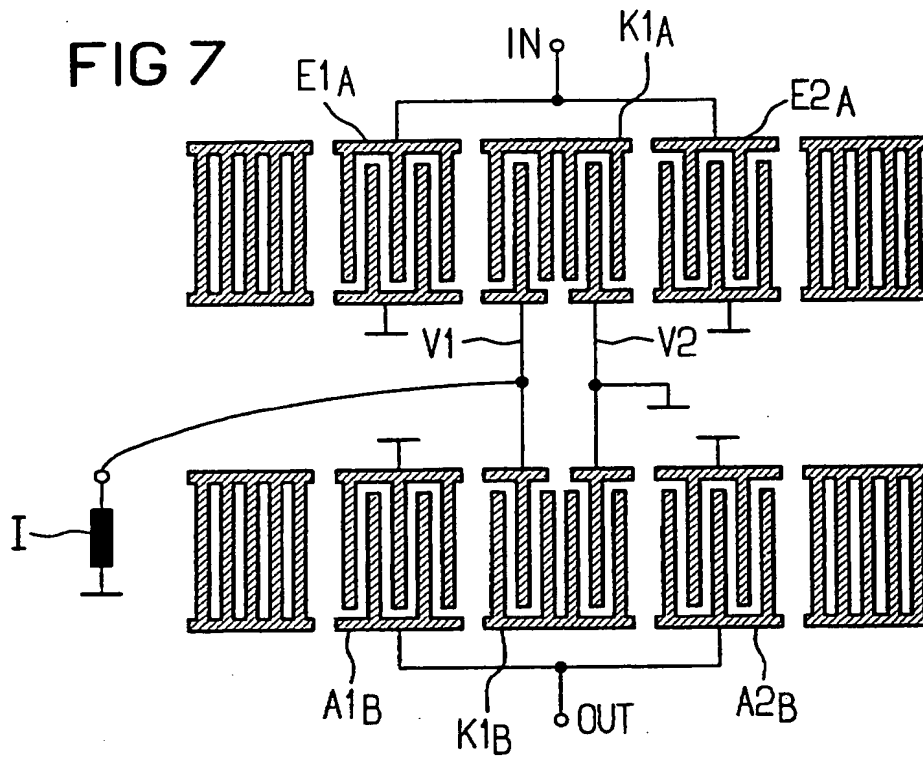
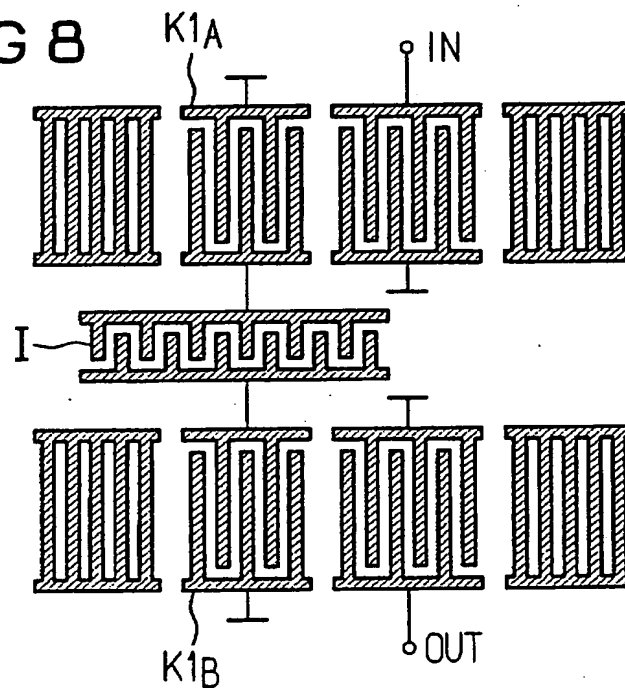


FIG 8



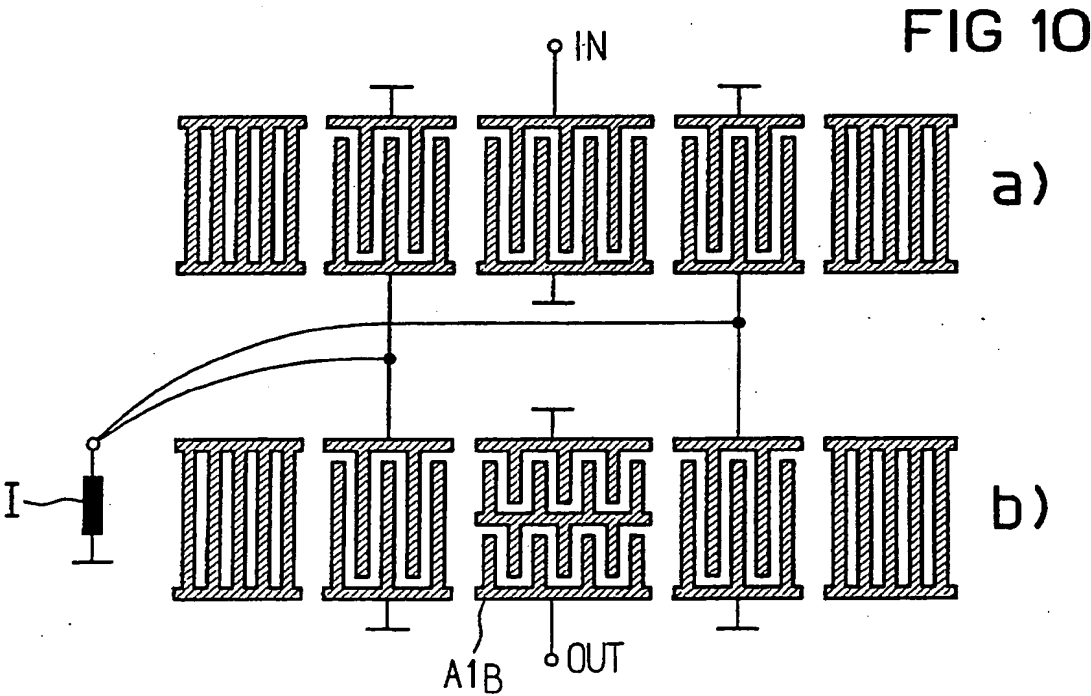
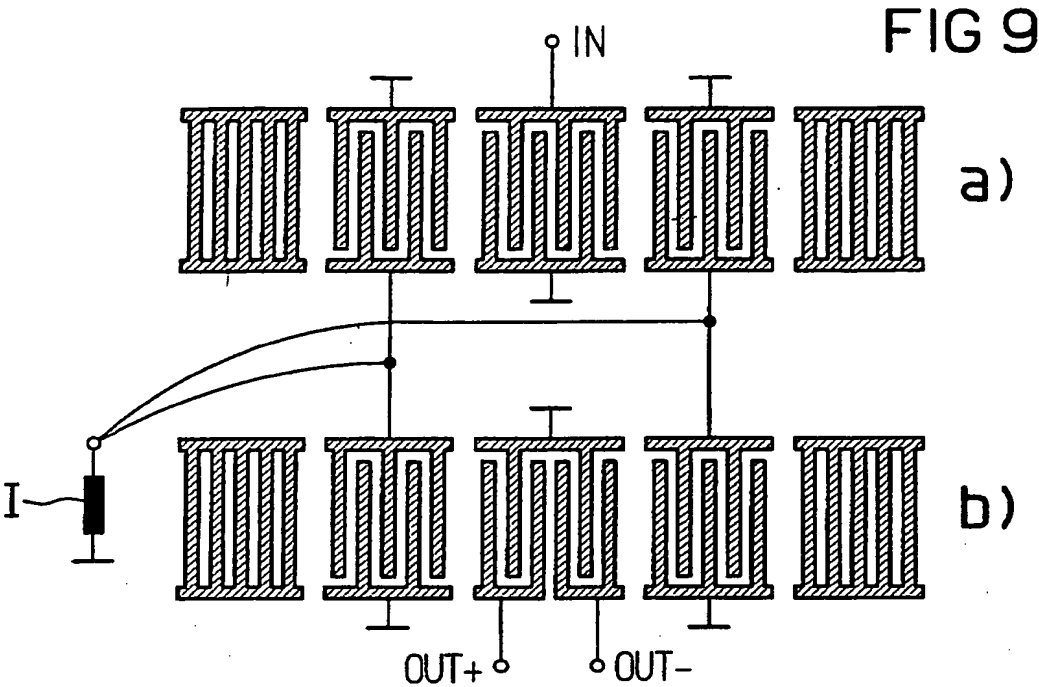


FIG 11

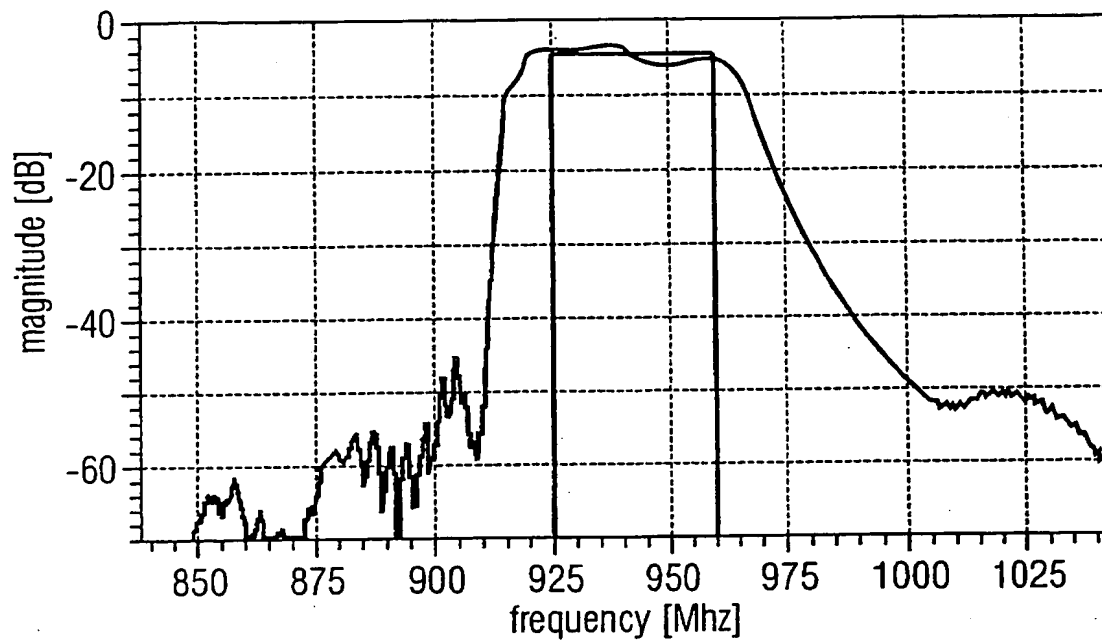


FIG 12

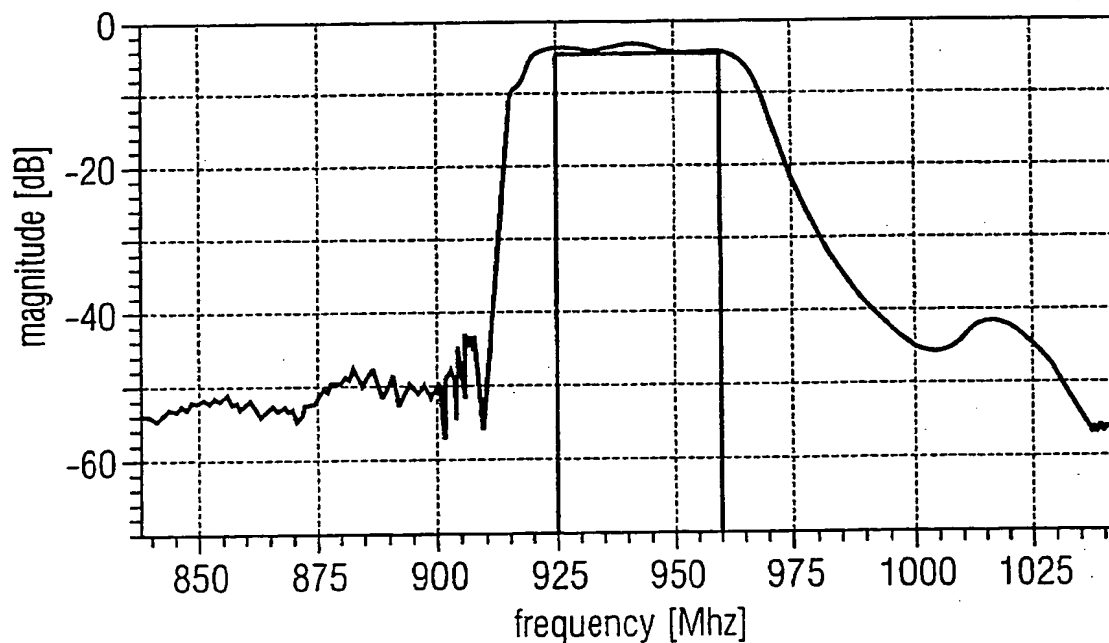
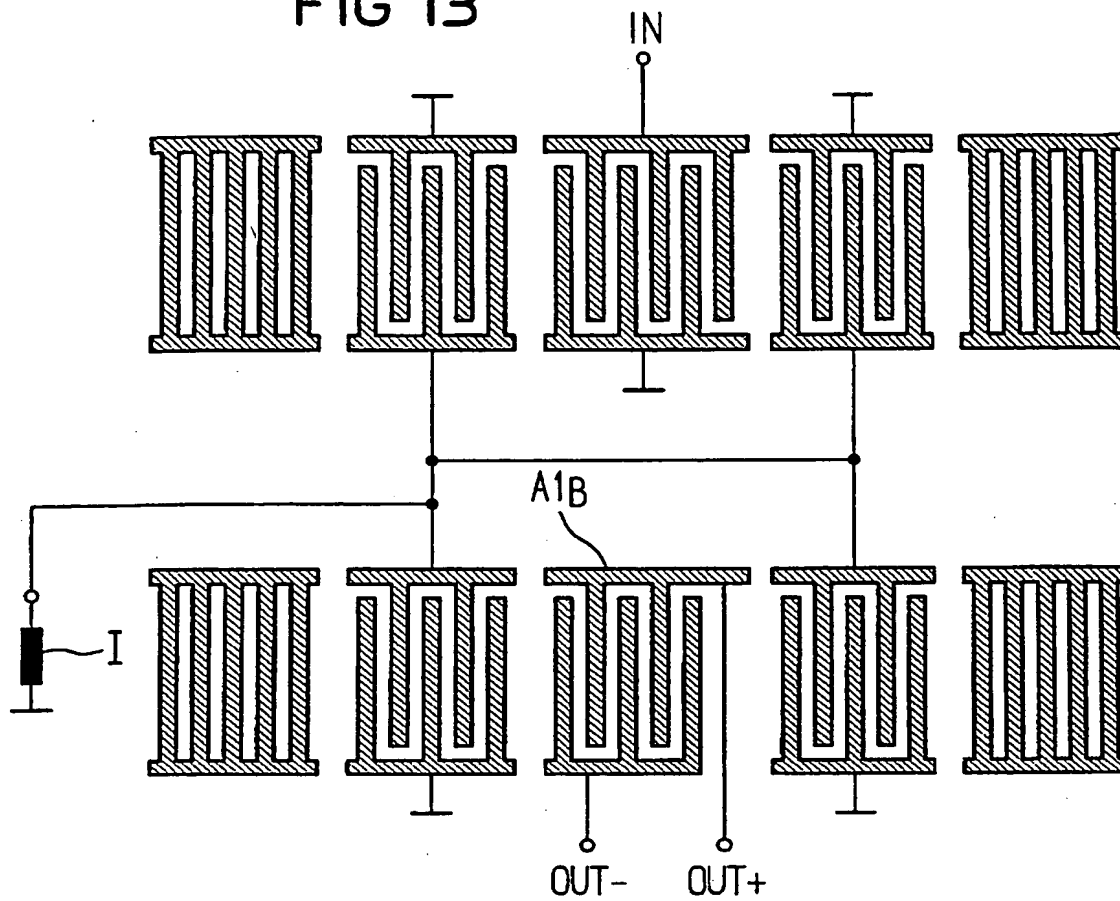


FIG 13



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☒ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☒ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER: \_\_\_\_\_**

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**